

# 新时期焦化厂干熄焦技术节能减排研究

马军

宁夏宝丰能源集团焦化二厂有限公司 宁夏 银川 750001

**摘要：**新时期焦化厂面临能源与环保压力，本文聚焦干熄焦技术节能减排展开研究。阐述该技术以惰性气体为介质的冷却原理及节能、环保、提质优势，分析其能源梯级利用、污染物源头控制、资源循环利用机制，探讨与焦化工艺、环保技术、能源管理系统的协同效应，指出推广中经济性、技术可靠性、废水处理难题及解决路径，为焦化厂绿色发展提供参考。

**关键词：**干熄焦技术；焦化厂；节能减排；资源循环；协同效应

引言：新时期我国焦化行业需兼顾生产效率与生态环保，传统湿熄焦技术热量浪费大、污染物排放多，已难以适配行业可持续发展需求。干熄焦技术凭借热量回收、污染控制等特性，成为焦化厂节能减排的关键技术支撑。当前该技术虽有应用，但在机制深化、协同应用及推广落地方面仍存不足。深入研究干熄焦技术的节能减排原理、协同效应及推广制约因素，对推动焦化行业降低能耗、减少污染、提升竞争力具有重要现实意义。

## 1 干熄焦技术原理与核心优势

### 1.1 技术原理

干熄焦技术以惰性气体作为冷却介质开展红焦冷却作业。在密闭的系统内部，惰性气体持续循环流动，与高温红焦充分接触。接触过程中，惰性气体吸收红焦释放的热量，自身温度显著升高，而红焦则在热量传递后逐步降温，最终达到冷却目的<sup>[1]</sup>。吸收热量后的高温惰性气体继续在系统内流动，随后进入废热锅炉。在废热锅炉内部，高温惰性气体与锅炉内的水进行热交换，将热量传递给水，使水转化为蒸汽。生成的蒸汽具备多种用途，既可以输送至发电设备用于产生电能，也能够直接作为热源满足生产或生活中的供热需求。通过这样的流程，红焦冷却过程中产生的热量被充分回收并转化为可利用的能源，形成完整的能源闭环利用体系，避免热量浪费的同时提升能源利用效率。

### 1.2 核心优势

在节能效果方面，干熄焦技术能够有效回收红焦冷却过程中释放的显热。传统湿熄焦技术在冷却红焦时，大量热量会随水分蒸发而散失，无法被回收利用。而干熄焦技术通过特定的热量回收机制，将原本会浪费的显热转化为可用能源，大幅减少热量损失，降低焦化厂对外部能源的依赖，从能源利用层面实现显著节能。从环保效益来看，干熄焦技术能够消除传统湿熄焦过程中产

生的酚、氰化物等有害物质排放。传统湿熄焦使用水作为冷却介质，冷却过程中容易产生含有害物质的废水，且可能伴随粉尘和硫化物排放。干熄焦技术采用密闭的惰性气体循环系统，减少废水产生，通过配套的除尘和脱硫措施，进一步降低粉尘与硫化物的排放量，减轻对周边环境的污染，提升生产过程的环保水平。在质量提升维度，干熄焦技术处理后的焦炭，其冷态强度和热态强度均得到改善。强度更优的焦炭应用于高炉炼铁环节时，能够降低高炉炼铁过程中的焦比，即减少单位生铁产量所需的焦炭用量。同时，优质焦炭有助于提升高炉内反应效率，保障炼铁过程稳定进行，进而提高生铁产量，为后续钢铁生产环节奠定良好基础。

## 2 干熄焦技术节能减排机制分析

### 2.1 能源回收与梯级利用

在能源回收与梯级利用方面，干熄焦技术通过多路径实现能量高效转化。高温惰性气体在吸收红焦热量后，携带大量热能进入废热锅炉。这些热能持续作用于锅炉内的水，使其达到沸点并产生具有一定压力的蒸汽。产生的蒸汽被输送至汽轮机，蒸汽推动汽轮机转子高速旋转，进而带动发电机运转，将热能转化为电能<sup>[2]</sup>。所发电力可直接供给焦化厂生产设备使用，减少厂区对外部电网电力的依赖，降低外购能源消耗。在蒸汽输送过程中，通过保温管道减少热量散失，进一步提升能量转化效率。同时，技术还注重余热的二次利用。在蒸汽发电过程中，经过汽轮机做功后的蒸汽温度和压力下降，形成低温蒸汽或热水。这些低温热能被引入循环冷却水系统，系统通过换热装置将热量传递给供暖管网。供暖管网将热量输送至厂区内的生产车间、办公区域以及周边居民区域，满足冬季供暖需求。通过这样的梯级利用方式，将高温热能用于发电、低温余热用于供暖，实现不同品位能源的合理分配，最大化提升能源利用效率。

## 2.2 污染物源头控制

污染物源头控制是干熄焦技术实现环保减排的关键环节。技术采用密闭循环系统设计，整个红焦冷却和气体处理过程均在封闭环境中进行。惰性气体与红焦接触过程中，不会与外界环境直接交换物质，有效避免酚、氰化物等有害物质向外泄漏。传统湿熄焦技术中，有害物质易随废水排放或废气挥发进入环境，而密闭系统从产生源头切断这类污染物的扩散路径，大幅减少对大气和水体的污染。系统还会定期对密闭部件进行密封性检测，及时修复微小漏洞，确保污染防治效果稳定。此外，系统配备高效的除尘净化装置。循环气体在流动过程中会携带少量焦炭粉尘，这些含尘气体经过除尘净化装置时，装置内部的过滤组件对粉尘进行拦截和捕集。通过多层过滤和分离工艺，将气体中的颗粒物去除，使净化后的气体重新进入循环系统参与冷却作业。这一过程显著降低循环气体中的粉尘含量，减少粉尘随系统微小泄漏可能造成的排放，进一步提升技术的环保性能。

## 2.3 资源循环利用

资源循环利用机制进一步强化干熄焦技术的节能减排效果。在惰性气体使用方面，技术采用封闭循环模式。惰性气体在吸收红焦热量、经过废热锅炉放热以及除尘净化后，通过风机驱动再次输送至干熄炉内与红焦接触，形成完整的循环流程。整个过程中，惰性气体仅因设备检修或微量泄漏有少量损耗，无需频繁补充新的惰性气体，大幅减少氮气等惰性气体的消耗总量，降低因气体制备和采购产生的运行成本。在水资源利用上，系统设置冷凝水回收环节。蒸汽在汽轮机做功后或用于换热后，会冷凝形成液态的冷凝水。这些冷凝水水质较好，仅含有少量杂质，经过过滤、除盐等处理工艺后，可重新输送至废热锅炉作为补水使用。通过冷凝水回收再利用，减少新鲜工业用水的抽取量，降低水资源消耗，同时减少废水排放，实现水资源的循环利用，契合节能减排与资源节约的双重需求。回收过程中还会对水质进行实时监测，确保回用冷凝水符合锅炉用水标准。

## 3 干熄焦技术节能减排的协同效应

### 3.1 与焦化工艺的协同优化

干熄焦技术与焦化工艺的协同优化，能从生产源头强化节能减排效果。煤调湿技术作为焦化生产的重要预处理环节，可与干熄焦技术形成互补<sup>[3]</sup>。煤调湿技术利用焦炉烟道废气中蕴含的余热，对炼焦煤进行加热处理，通过合理控制温度与处理时间，降低入炉煤中的水分含量。水分减少后，炼焦过程中用于蒸发水分的能耗大幅降低，同时还能提升焦炉的热效率，与干熄焦技术的能

源回收效果形成叠加，进一步减少整个焦化流程的能源消耗。捣固焦技术与干熄焦技术的结合，则从原料结构优化层面实现节能。捣固焦技术通过特殊的捣固设备，增强煤料的黏结性，使得在炼焦过程中能够提高弱黏结煤的配比比例。弱黏结煤资源相对丰富且成本较低，提高其用量可减少对稀缺且价格较高的主焦煤的依赖，不仅优化原料结构、降低原料采购成本，还能通过合理的煤料搭配，减少炼焦过程中的能源浪费，与干熄焦技术共同推动焦化工艺的节能升级。

### 3.2 与环保技术的集成应用

干熄焦技术与环保技术的集成应用，可构建更全面的污染防控体系。密封无尘排渣技术针对焦化生产中装煤、出焦环节的粉尘问题，通过密封装置对关键作业点进行封闭处理，减少粉尘逸散。干熄焦技术本身已能控制冷却过程中的污染物排放，而密封无尘排渣技术则进一步解决装煤、出焦阶段的粉尘污染，两者结合实现对焦化生产全流程粉尘排放的有效管控，大幅提升整体环保水平。化产尾气回收技术与干熄焦技术的协同，可实现污染物的资源化利用。化产尾气回收技术对焦炉煤气净化过程中产生的废气进行收集与处理，通过分离、提纯等工艺，将废气中的有效成分转化为可用的燃料或化工原料。这一过程不仅减少废气直接排放造成的污染，还能将废弃物转化为有价值的资源，与干熄焦技术的能源回收理念相契合，形成“减排+资源回收”的双重环保效应，提升焦化厂的环境与经济效益。

### 3.3 与能源管理系统的融合

干熄焦技术与能源管理系统的融合，能实现能源利用的精细化管控。智能监控平台通过部署各类传感器与数据采集设备，实时监测干熄焦系统的运行参数，包括惰性气体温度、压力、流量以及设备运行状态等。平台对采集到的数据进行分析处理，根据生产需求与能源供需情况，优化能源分配方案与设备调度计划，确保干熄焦系统始终处于高效运行状态，避免能源浪费，提升能源利用效率。变频调速技术与干熄焦技术的结合，可实现设备能耗的动态调节。变频调速技术根据干熄焦系统的实际生产负荷，动态调整循环风机的转速。当系统负荷较低时，降低风机转速以减少电耗；当负荷升高时，适当提高转速以满足生产需求。这种动态调节方式避免传统定速运行造成的能源损耗，与智能监控平台协同，实现对干熄焦系统能耗的精准控制，进一步强化节能减排效果，推动能源管理向高效化、智能化发展。

## 4 干熄焦技术推广的制约因素与解决路径

### 4.1 经济性挑战

经济性挑战是阻碍干熄焦技术广泛推广的重要因素。从初始投入来看，干熄焦技术所需的大型化设备，在制造环节需要高精度工艺与特殊材料，安装过程中又涉及复杂的系统调试与配套工程，这些都导致设备制造与安装成本处于较高水平。对于资金实力相对薄弱的中小企业而言，难以承担如此高额的初始投资，进而制约对干熄焦技术的应用意愿。在运营收益方面，部分企业面临蒸汽利用局限的问题<sup>[4]</sup>。一些企业自身生产对蒸汽的需求量较小，多余蒸汽难以实现内部消化；而部分地区蒸汽上网电价制定较低，即使将多余蒸汽用于发电上网，获得的经济收益也十分有限。这两种情况都会导致干熄焦技术带来的经济效益不显著，进一步降低企业引入该技术的积极性。针对这些问题，可通过多维度解决路径突破瓶颈。政策层面，通过提供专项补贴引导企业投入，减轻企业初始投资压力；技术层面，推动核心设备与关键部件的国产化研发与生产，降低设备采购成本；资源利用层面，建立区域能源协同利用机制，将企业多余的蒸汽输送至周边有需求的工厂或居民区，提升蒸汽利用效率，增加经济收益。

#### 4.2 技术可靠性问题

技术可靠性问题影响干熄焦技术的稳定运行与推广。在设备运行方面，循环系统的密封性至关重要，若密封部件出现老化、磨损或安装偏差，易导致惰性气体泄漏。气体泄漏不仅会降低冷却效率、增加能源消耗，还可能因气体成分变化引发安全隐患，影响生产安全与系统稳定。在工艺运行方面，红焦与循环气体接触过程中，可能发生轻微化学反应，导致少量焦炭损耗。焦炭损耗会增加原料消耗成本，若损耗量控制不当，还可能影响焦炭产量与质量，对企业生产造成不利影响，这一问题需通过优化工艺参数来改善。解决这些技术问题，需从管理与研发两方面入手。日常运营中，加强设备维护管理，定期对密封部件进行检查、更换与维护，确保循环系统密封性；技术研发上，投入资源研发低损耗工艺，通过调整气体成分、控制反应温度等方式减少焦炭损耗；同时引入智能诊断系统，实时监测设备运行状态与工艺参数，及时发现潜在故障并预警，提升系统运行可靠性。

#### 4.3 废水处理难题

废水处理难题是干熄焦技术推广中不可忽视的环境问题。在干熄焦系统运行过程中，设备冷却、气体洗涤等环节可能产生含有酚、氰化物的废水。这类废水若未经妥善处理直接外排，会对水体造成严重污染，破坏生态环境，同时也不符合环保要求，成为制约技术推广的又一因素。为解决这一难题，需构建完善的废水处理与回用体系。采用深度处理技术，通过吸附、氧化、生化反应等多重工艺，去除废水中的酚、氰化物等有害物质，使水质达到回用标准；在此基础上，搭建闭式水循环系统，将处理后的废水重新用于设备冷却、洗涤等环节，实现废水资源化利用，既避免废水外排带来的污染风险，又减少新鲜水资源消耗，形成环保与资源节约的双重效益。

#### 结束语

干熄焦技术在新时期焦化厂节能减排工作中发挥着不可替代的作用。该技术通过能源梯级利用、污染物源头控制与资源循环利用等多维度机制，实现能源高效利用与污染有效控制，且与焦化工艺、环保技术、能源管理系统的协同配合，能进一步放大减排节能效果。尽管技术推广过程中面临经济性挑战、技术可靠性问题与废水处理难题，但通过政策层面的补贴引导、技术层面的创新研发以及管理层面的优化完善，这些瓶颈可逐步突破。未来随着干熄焦技术的持续升级，该技术将更适配焦化行业绿色发展需求，助力行业实现能耗降低、污染减排的目标，为我国工业低碳转型与可持续发展贡献重要力量。

#### 参考文献

- [1] 郭毅.新时期焦化厂干熄焦技术节能减排探究[J].山西化工,2022,42(02):291-292+316.
- [2] 田艳梅,王荣娟,徐新燕.中国焦化行业节能减排技术探究[J].节能,2021,40(06):60-61.
- [3] 杜再旺.干熄焦技术的节能减排及环保分析[J].冶金与材料,2021,41(02):77-78.
- [4] 张连斌.干熄焦工艺的节能减排作用与技术展望[J].山西冶金,2021,44(01):98-99+102.